

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-229943

(43)Date of publication of application : 24.08.2001

(51)Int.Cl.

H01M 8/04
G05F 1/67
H01M 8/00

(21)Application number : 2000-035601

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 14.02.2000

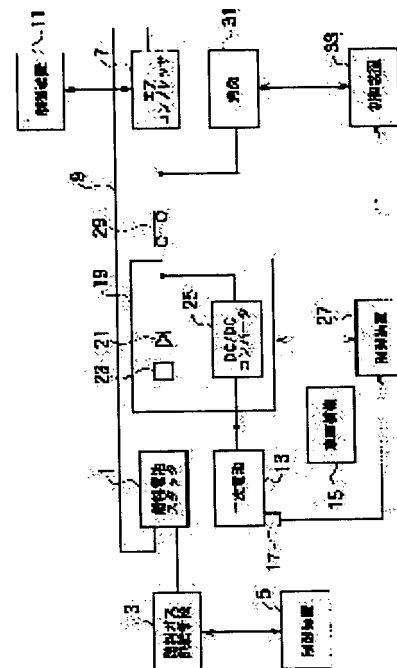
(72)Inventor : ASO TAKESHI

(54) FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system capable of simplified construction as a whole system for preventing occurrence of an overcurrent during change-over of a power supply system.

SOLUTION: A fuel cell stack 1 is connected to a DC/DC converter 25 via a diode 21. The target value for the output voltage of the DC/DC converter 25 during boosting operation is set to be smaller than a value obtained by subtracting a value for the on-voltage of the diode 21 from a value for the opening voltage of the fuel cell stack 1 and to be larger than a value for the output voltage of the fuel cell stack 1 at a perfect balance state, when the entire power required for starting the fuel cell stack 1 is supplied from the fuel cell stack 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

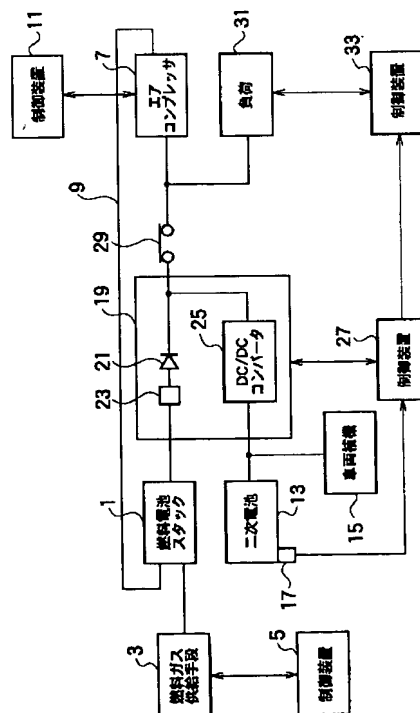
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号
特開2001-229943
(P2001-229943A)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料ガスと空気とを用いて電力を発生する燃料電池スタックと、
前記燃料電池スタックが発生する電力の電圧よりも低い電圧の電力を発生する二次電池と、
前記燃料電池スタックの電力供給先に電力を供給するために前記二次電池が発生する電力の電圧を前記燃料電池スタックが発生する電力の電圧に昇圧し、又は、前記二次電池を充電するために前記燃料電池スタックが発生する電力の電圧を前記二次電池が発生する電力の電圧に降圧する電圧変換手段と、
前記電圧変換手段における昇圧動作と降圧動作との切替えを制御する制御手段とを備え、
前記燃料電池スタックの起動時、前記電圧変換手段を昇圧動作に切り替え、前記二次電池を用いて前記燃料電池スタックの起動に必要な電力を供給する燃料電池システムであって、
前記燃料電池スタックと前記電圧変換手段とをダイオードを介して接続し、前記電圧変換手段の昇圧動作時の出力電圧の目標値を、前記燃料電池スタックの開放電圧の値から前記ダイオードのオン電圧の値を引いた値よりも小さく、かつ、前記燃料電池スタックの起動に必要な電力をすべて前記燃料電池スタックから供給した場合の平衡時の前記燃料電池スタックの出力電圧の値よりも大きい値に設定したことを特徴とする燃料電池システム。
【請求項 2】 前記燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出手段を有し、
前記制御手段は、
前記燃料電池スタックの出力電圧が所定時間以上所定の基準値以上であるとき、前記電圧変換手段を昇圧動作から降圧動作に切り替えることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。
【請求項 3】 前記電圧変換手段の出力電流を検出する電流検出手段を有し、
前記制御手段は、
前記電圧変換手段の出力電流が所定時間以上所定の基準値以下であるとき、前記電圧変換手段を昇圧動作から降圧動作に切り替えることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。
【請求項 4】 前記燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出手段と、
前記電圧変換手段の出力電流を検出する電流検出手段とを有し、
前記制御手段は、
前記燃料電池スタックの出力電圧が所定時間以上所定の基準値以上であり、かつ、前記電圧変換手段の出力電流が所定時間以上所定の基準値以下であるとき、前記電圧変換手段を昇圧動作から降圧動作に切り替えることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。
【請求項 5】 前記二次電池の充電状態を検出する充電

状態検出手段を有し、

前記制御手段は、

前記二次電池の充電状態が電力を供給するのに適していない状態にあるとき、前記電圧変換手段を昇圧動作から降圧動作に切り替えることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池システムに関し、特に、燃料電池スタックを主電源とし、この燃料電池スタックの起動時、別電源を用いて空気の供給等を行うことによって燃料電池スタックの起動を行う燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の燃料電池システムとしては、例えば、図 7 に示すシステムが知られている。この燃料電池システムにおいては、燃料電池スタック 1 を発電させるために、燃料ガス供給手段 3 及びエアコンプレッサ 7 から、それぞれ、水素を多量に含む燃料ガスと酸素を含む空気とを燃料電池スタック 1 に供給する。このとき、例えば、空気については、エアコンプレッサ 7 を駆動することによって燃料電池スタック 1 に圧送される。エアコンプレッサ 7 の駆動電力は、システムによって異なるが、数 kW 程度以上になる場合には、一般に車両補機に電力を供給するために使用される 12 V 程度の低電圧の二次電池を電源とするよりも、車両駆動モータ（負荷 31）に電力を供給するための例えば 350 V 程度の高電圧の電源を用いて供給するほうが、電流値を低くすることができる。これは、エアコンプレッサ 7 に電力を供給するハーネスの直径や、その他付随する装置のサイズを小さくすることができる点で好ましい。

【0003】そこで、燃料電池スタック 1 が高電圧な電力を発生できる状態になる前の燃料電池スタック 1 起動時においては、車両補機 15 用の二次電池 13 の出力電圧を DC/DC コンバータ 25 によって昇圧して得られる高電圧の電力をエアコンプレッサ 7 に供給し、燃料電池スタック 1 の起動完了後に、電力供給系統を切り替え、燃料電池スタック 1 からの電力によってエアコンプレッサ 7 を駆動するようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の燃料電池システムにあつては、燃料電池スタック 1 の起動完了後にエアコンプレッサ 7 の電源を二次電池 13 の昇圧電力から燃料電池スタック 1 の電力に切り替える際に、燃料電池スタック 1 の起動状態を検出し、その結果を DC/DC コンバータ 25 に通知するまでに、当該燃料電池システムの各サブユニット間で情報のやり取りを密に行う必要があり、制御系の構成、ひいては燃料電池システムの全体構成が複雑であった。例えば、図 7 に示す例では、燃料ガス供給手段 3 の制御装置

5、エアコンプレッサ7の制御装置11、負荷31（車両駆動モータ等）の制御装置33、DC/DCコンバータ25の制御装置101、及びリレー等の切替手段103がすべてコントロールユニット105に接続されている。

【0005】また、燃料電池スタック1の起動完了後にリレー等の機械的な切替手段103によって電力供給システムを切り替える場合において、燃料電池スタック1の出力電圧と切替直前のエアコンプレッサ7の電圧とが大きく異なるときは、切替手段103に過電流が流れるおそれがあるといった問題があった。

【0006】本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的としては、システムの全体構成を簡単化することができ、かつ、電力供給システム切替時における過電流の発生を防止することができる燃料電池システムを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、上記課題を解決するため、燃料ガスと空気とを用いて電力を発生する燃料電池スタックと、前記燃料電池スタックが発生する電力の電圧よりも低い電圧の電力を発生する二次電池と、前記燃料電池スタックの電力供給先に電力を供給するために前記二次電池が発生する電力の電圧を前記燃料電池スタックが発生する電力の電圧に昇圧し、又は、前記二次電池を充電するために前記燃料電池スタックが発生する電力の電圧を前記二次電池が発生する電力の電圧に降圧する電圧変換手段と、前記電圧変換手段における昇圧動作と降圧動作との切替を制御する制御手段とを備え、前記燃料電池スタックの起動時、前記電圧変換手段を昇圧動作に切り替え、前記二次電池を用いて前記燃料電池スタックの起動に必要な電力を供給する燃料電池システムであって、前記燃料電池スタックと前記電圧変換手段とをダイオードを介して接続し、前記電圧変換手段の昇圧動作時の出力電圧の目標値を、前記燃料電池スタックの開放電圧の値から前記ダイオードのオン電圧の値を引いた値よりも小さく、かつ、前記燃料電池スタックの起動に必要な電力をすべて前記燃料電池スタックから供給した場合の平衡時の前記燃料電池スタックの出力電圧の値よりも大きい値に設定したことを要旨とする。

【0008】請求項2記載の発明は、上記課題を解決するため、前記燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出手段を有し、前記制御手段は、前記燃料電池スタックの出力電圧が所定時間以上所定の基準値以上であるとき、前記電圧変換手段を昇圧動作から降圧動作に切り替えることを要旨とする。

【0009】請求項3記載の発明は、上記課題を解決するため、前記電圧変換手段の出力電流を検出する電流検出手段を有し、前記制御手段は、前記電圧変換手段の出力電流が所定時間以上所定の基準値以下であるとき、前

記電圧変換手段を昇圧動作から降圧動作に切り替えることを要旨とする。

【0010】請求項4記載の発明は、上記課題を解決するため、前記燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出手段と、前記電圧変換手段の出力電流を検出する電流検出手段とを有し、前記制御手段は、前記燃料電池スタックの出力電圧が所定時間以上所定の基準値以上であり、かつ、前記電圧変換手段の出力電流が所定時間以上所定の基準値以下であるとき、前記電圧変換手段を昇圧動作から降圧動作に切り替えることを要旨とする。

【0011】請求項5記載の発明は、上記課題を解決するため、前記二次電池の充電状態を検出する充電状態検出手段を有し、前記制御手段は、前記二次電池の充電状態が電力を供給するのに適していない状態にあるとき、前記電圧変換手段を昇圧動作から降圧動作に切り替えることを要旨とする。

【0012】

【発明の効果】請求項1記載の本発明によれば、燃料電池スタックと電圧変換手段とをダイオードを介して接続し、電圧変換手段の昇圧動作時の出力電圧の目標値を、燃料電池スタックの開放電圧の値からダイオードのオン電圧の値を引いた値よりも小さく、かつ、燃料電池スタックの起動に必要な電力をすべて燃料電池スタックから供給した場合の平衡時の燃料電池スタックの出力電圧の値よりも大きい値に設定したことで、燃料電池スタックの起動が完了したか否かを、電圧変換手段を含む単一のサブユニット内の情報のみで判定することが可能となり、従来のようにサブユニット間での情報のやり取りが不要となるので、システムの全体構成を簡単化することができる。また、同時に、燃料電池スタックと該燃料電池スタックの電力供給先とがダイオードを介して既に電氣的に接続されており、従来のようにリレー等の機械的な切替手段が不要となるので、燃料電池スタックの起動完了後に電力供給システムを切り替える際に、過電流の発生を防止することができる。

【0013】請求項2記載の本発明によれば、燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出手段を設けておき、燃料電池スタックの出力電圧が所定時間以上所定の基準値以上であるとき、電圧変換手段を昇圧動作から降圧動作に切り替えることで、非常に簡単な構成によって燃料電池スタックの起動が完了したか否かを判定することができる。

【0014】請求項3記載の本発明によれば、電圧変換手段の出力電流を検出する電流検出手段を設けておき、電圧変換手段の出力電流が所定時間以上所定の基準値以下であるとき、電圧変換手段を昇圧動作から降圧動作に切り替えることで、非常に簡単な構成によって燃料電池スタックの起動が完了したか否かを判定することができる。

【0015】請求項4記載の本発明によれば、燃料電池

スタックの出力電圧を検出する電圧検出手段と、電圧変換手段の出力電流を検出する電流検出手段とを設けておき、燃料電池スタックの出力電圧が所定時間以上所定の基準値以上であり、かつ、電圧変換手段の出力電流が所定時間以上所定の基準値以下であるとき、電圧変換手段を昇圧動作から降圧動作に切り替えることで、電圧検出手段と電流検出手段のいずれか一方を用いる場合と比較して、燃料電池スタックの起動完了の判定精度の向上を図ることができる。

【0016】請求項5記載の本発明によれば、二次電池の充電状態を検出する充電状態検出手段を設けておき、二次電池の充電状態が電力を供給するのに適していない状態にあるとき、電圧変換手段を昇圧動作から降圧動作に切り替えることで、二次電池に貯蔵されている電力の消費が禁止され、二次電池の電力供給先の動作を停止せざるを得ないといった事態を防止することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

（第1の実施の形態）図1は、本発明の第1の実施の形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。なお、ここでは、燃料電池自動車に搭載される燃料電池システムを例にとって説明する。

【0018】図1において、燃料電池スタック1は、当該燃料電池システムの主電源であって、水素を多量に含む燃料ガスと酸素を含む空気とを用いて高電圧の電力を発生する。ここで、燃料ガスは、燃料ガス供給手段3から燃料電池スタック1に供給される。燃料ガス供給手段3は、水素を多量に含む燃料ガスを貯蔵し、燃料ガスの温度と圧力を調整することができる。この燃料ガス供給手段3は、制御装置5によって制御される。これら燃料ガス供給手段3及び制御装置5によって、燃料電池スタック1に最適な温度と圧力の燃料ガスが供給される。

【0019】また、空気は、エアコンプレッサ7から空気配管9を通じて燃料電池スタック1に供給（圧送）される。このエアコンプレッサ7は、制御装置11によって制御される。なお、図示しないが、空気配管9には、空気の温度を調節する熱交換器を設けてもよい。

【0020】二次電池13は、充放電可能で、放電時は燃料電池スタック1が発生する電力の電圧よりも低い電圧の電力を発生する。二次電池13は、燃料電池スタック1によって発電された余剰電力や燃料電池自動車が減速する際の車両駆動モータによる回生電力を貯蔵するとともに、高電圧で駆動される強電系のユニット、例えば、車両駆動モータやエアコンプレッサ7等で消費される電力を賄うのに十分な発電が燃料電池スタック1によって行われなかったときは放電して不足電力を補う。また、特に燃料電池自動車においては、二次電池13は、好ましくは、低電圧で駆動される弱電系のユニット、例えば、各種制御装置や、車両電装品等の車両補機15に

も電力を供給する。二次電池13には、二次電池13の充電率（SOC）を検出するバッテリーセンサ17が設けられている。

【0021】燃料電池スタック1と二次電池13は、いずれも、電力配分手段19に接続されている。電力配分手段19は、燃料電池スタック1に電流が流入するのを防止するためのダイオード21と、燃料電池スタック1の出力電圧を検出する電圧計23と、ある電圧の直流電力を選択に応じてより高い又はより低い電圧の直流電力に変換するDC/DCコンバータ25とから構成されている。この電力配分手段19は、制御装置27によって制御される。この制御装置27には電圧計23及びバッテリーセンサ17が接続されており、それぞれの検出信号を制御装置27へ出力する。なお、ここでは、電圧計23は、ダイオード21のアノード側に設けられている。

【0022】この場合、DC/DCコンバータ25は、二次電池13が発生する電力の電圧（二次電池の出力電圧）を起動完了後の燃料電池スタック1が発生する電力の電圧（燃料電池スタックの出力電圧）のレベルに昇圧して（昇圧動作）、ダイオード21のカソード側に接続されている燃料電池スタック1の電力供給先への電力供給を可能にするとともに、ダイオード21を通過した燃料電池スタック1の出力電圧を二次電池13の出力電圧のレベルに降圧して（降圧動作）、二次電池13を充電することができる。DC/DCコンバータ25における昇圧動作と降圧動作は、任意に選択することができ、上記の制御装置27からの指令によって切り替えられる。

【0023】ここで、DC/DCコンバータ25の昇圧動作時の出力電圧の目標値は、燃料電池スタック1の開放電圧の値からダイオード21のオン電圧の値を引いた値よりも小さく、かつ、燃料電池スタック1の起動に必要な電力をすべて燃料電池スタック1から供給した場合の平衡時の燃料電池スタック1の出力電圧の値よりも大きい値に設定されている。

【0024】また、電力配分手段19には、電力遮断手段29を介して、燃料電池スタック1の電力供給先であるエアコンプレッサ7及び負荷31が接続されている。電力遮断手段29は、異常時等に電力の供給を遮断するためのものであって、例えば、適当なスイッチで構成されている。また、負荷31としては、例えば、車両の場合、上記の車両駆動モータが挙げられる。ここで、燃料電池スタック1の電力供給先とされているエアコンプレッサ7及び負荷31は、いずれも、高電圧で駆動される強電系のユニットである。

【0025】燃料電池スタック1を起動する場合は、DC/DCコンバータ25を昇圧動作に切り替え、二次電池13の出力電圧を昇圧して得られる高電圧の電力を、エアコンプレッサ7等の駆動電力（燃料電池スタック1の起動に必要な電力）として供給する。そして、燃料電池スタック1の起動完了後に、DC/DCコンバータ2

5を降圧動作に切り替え、燃料電池スタック1からの電力によってエアコンプレッサ7等を駆動する。

【0026】制御装置27は、内部に制御プログラムを記憶した制御ROMと、制御時のワークエリアとなるRAMとを有しており、電圧計23からの信号値（燃料電池スタック1の出力電圧）とバッテリーセンサ17からの信号値（二次電池13の充電率）とに基づいて、DC/DCコンバータ25における昇圧動作と降圧動作との切替を制御する。

【0027】次に、図2に示す制御フローチャートに従って燃料電池システムの電力系統切替の制御動作を説明する。なお、図2に示す制御フローチャートは、制御装置27の内部ROMに制御プログラムとして記憶されている。また、この制御フローチャートは、所定の短い時間間隔を置いて繰り返し実行される。

【0028】まず、ステップS100では、制御装置27は、燃料電池スタック1の起動が完了していることを示すフラグ（以下「起動完了フラグ」という）の値を調べ、この起動完了フラグがセットされているか否かを判断する。燃料電池スタック1の起動が完了している場合、起動完了フラグは「1」の値にセットされており、燃料電池スタック1の起動が完了していない場合、起動完了フラグは「0」の値にクリアされている。なお、この起動完了フラグは、初期設定では「0」であり、その後、ステップS180でセットされ、ステップS150でクリアされる。よって、起動完了フラグのセット条件については、後で説明する

この判断の結果、起動完了フラグがセットされている場合は（S100：YES）、燃料電池スタック1の起動が完了しているものと判断して、ステップS190に進む。このステップS190では、後述する出力制限フラグを「0」にクリアし、この旨を負荷31の制御装置33に通知して、ステップS220に進む。出力制限フラグをクリアした旨の通知を受けた制御装置33は、負荷31の消費電力の制限を解除する。

【0029】これに対し、起動完了フラグがセットされていない場合は（S100：NO）、燃料電池スタック1の起動が完了していないものと判断して、ステップS110に進む。ステップS110では、二次電池13に設けられたバッテリーセンサ17からの信号値（二次電池13の充電率）を読み込んで、二次電池13の充電状態を取得する。

【0030】詳しくは、燃料電池スタック1の起動が完了していない場合は、前述のように、DC/DCコンバータ25を昇圧動作に切り替え、二次電池13の出力電圧を昇圧して得られる高電圧の電力をエアコンプレッサ7等の駆動電力として供給することになるが、二次電池17の充電率が低くなっている等、二次電池17の充電状態が電力を供給するのに適していない状態にある場合も考えられ、このような状態で二次電池13からの電力

を消費し続けると、システムの制御を司る各種制御装置や車両補機15の動作を停止せざるを得なくなるおそれがある。そこで、このような事態を防止するために、ステップS110では、二次電池13の充電状態を取得して、二次電池13の昇圧を許可するか否かを判断し、この判断結果に応じて昇圧禁止フラグを操作する。すなわち、例えば、二次電池17の充電率が予め設定されたしきい値よりも低いために二次電池17の充電状態が電力を供給するのに適していない状態にあると判断される場合は、二次電池13の昇圧による電力供給を禁止するため、昇圧禁止フラグを「1」の値にセットする。一方、二次電池17の充電率が上記しきい値以上であるために二次電池17の充電状態が電力を供給するのに適している状態にあると判断される場合は、二次電池13の昇圧による電力供給を許可するため、昇圧禁止フラグを「0」の値にクリアする。

【0031】そして、ステップS120では、その昇圧禁止フラグの値を調べ、この昇圧禁止フラグがセットされているか否かを判断する。この判断の結果、昇圧禁止フラグがセットされている場合は（S120：YES）、二次電池13の昇圧による電力供給が禁止されているものと判断して、ステップS200に進む。このステップS200では、負荷31の消費電力を制限すべきことを示す出力制限フラグを「1」にセットし、この旨を負荷31の制御装置33に通知して、ステップS220に進む。出力制限フラグをセットした旨の通知を受けた制御装置33は、負荷31の消費電力を制限する。ここで負荷31の消費電力を制限するのは、この場合、燃料電池スタック1の起動が完了していない段階で燃料電池スタック1によって二次電池13の充電が行われることになるので（ステップS220参照）、電力の消費をできるだけ必要なもの（エアコンプレッサ7等の駆動電力と二次電池13の充電電力）のみに抑えるためである。

【0032】これに対し、昇圧禁止フラグがセットされていない場合は（S120：NO）、二次電池13の昇圧による電力供給が許可されているものと判断して、ステップS130に進む。このステップS130では、電力配分手段19内のダイオード21のアノード側に設けられた電圧計23からの信号値（燃料電池スタック1の出力電圧）を読み込む。

【0033】そして、ステップS140では、電圧計23から読み込まれた燃料電池スタック1の出力電圧が予め設定された基準値よりも大きいかなかを判断する。ここにおける基準値は、燃料電池スタック1の起動が完了しているかなかを判定するためのしきい値であり、起動完了後はダイオード21がオンされて順方向につまり燃料電池スタック1から電流が流れることになるため、DC/DCコンバータ25の昇圧動作時の出力電圧の上記目標値にダイオード21のオン電圧の値を加えた値に設

定されることが望ましい。

【0034】この判断の結果、燃料電池スタック1の出力電圧が基準値以下の場合は（S140：NO）は、燃料電池スタック1の起動はまだ完了していないものと判定して、ステップS150に進む。このステップS150では、起動完了フラグをリセットして、ステップS210に進む。

【0035】これに対し、燃料電池スタック1の出力電圧が基準値よりも大きい場合は（S140：YES）、ステップS160に進む。このステップS160では、

制御装置27の内蔵タイマによって燃料電池スタック1の出力電圧が基準値を超えてからの経過時間をカウントし、ステップS170に進む。

【0036】このステップS170では、タイマのカウント値が所定時間以上か否かを判断する。ここにおける所定時間は、燃料ガスと空気とを燃料電池スタック1に供給し始めてから、すなわち、燃料電池スタック1の電圧が立ち上がり始めてから、燃料電池スタック1の本体の昇温と加湿が発電に十分な状態になるまでの時間を、

予め実験等によって求めておき、この結果を考慮して、燃料電池スタック1の出力電圧が基準値を超えてから、燃料電池スタック1の起動が完了したと判定しうだけの経過時間に設定されている。なお、この所定時間は、当該燃料電池システムの雰囲気温度を検出する手段を設けておき、検出された雰囲気温度に応じて変更するようにしてもよい。

【0037】この判断の結果、タイマのカウント値が所定時間以上の場合は（S170：YES）、燃料電池スタック1の出力電圧が基準値を超えてから所定時間以上が経過しているため、燃料電池スタック1の起動が完了したものと判定して、ステップS180に進む。このステップS180では、起動完了フラグをセットして、ステップS220に進む。

【0038】これに対し、タイマのカウント値が所定時間未満の場合は（S170：NO）、燃料電池スタック1の出力電圧が基準値を超えてから所定時間以上が経過していないため、燃料電池スタック1の起動が完了していないものと判定して、直ちにステップS210に進む。ステップS210では、要するに、燃料電池スタック1の起動が完了していない場合であるため、DC/DCコンバータ25を昇圧動作させる。すなわち、二次電池13の出力電圧を上記目標値のレベルに昇圧して、燃料電池スタック1の電力供給先（エアコンプレッサ7や負荷31等）に二次電池13の電力を供給し、燃料電池スタック1を起動するための動作を行う。

【0039】また、ステップS220では、要するに、燃料電池スタック1の起動が完了している場合、又は、燃料電池スタック1の起動は完了していないが二次電池13の充電状態が電力供給に適していない場合であるため、DC/DCコンバータ25を降圧動作させる。すな

わち、燃料電池スタック1が発生する電力を、燃料電池スタック1の電力供給先（エアコンプレッサ7や負荷31等）に供給するとともに、その電圧を二次電池13の出力電圧のレベルに降圧して二次電池13に供給し、二次電池13を充電する。

【0040】次に、図3に示す特性図を参照して、図2に示す制御フローチャート実行中の燃料電池スタック1及びDC/DCコンバータ25での電流-電圧の関係を説明する。図3は、燃料電池スタック1の電流-電圧特性の一例を示す図であり、燃料電池スタック1から電流を取り出すと同図中のような電圧特性が得られる。

【0041】ここで、点M0は、燃料電池スタック1に何も接続されていない状態での動作点であり、この動作点での電圧と電流をそれぞれV0、I0とする。このとき、I0=0なので、両者の積である出力（電力）P0も0となる。また、V0が、上記の開放電圧値となる。

【0042】図3には2つの特性曲線AとBが示されている。特性Aと特性Bは、燃料電池スタック1の状態が異なっている。すなわち、特性Aは、燃料電池スタック1の温度と湿度が最適な状態にあり、かつ、燃料ガスと空気も所望の圧力と流量で燃料電池スタック1に供給されている場合である。また、特性Bは、燃料電池スタック1を起動している最中の一例であって、燃料電池スタック1の温度と湿度が最適な状態にないため、電流を取り出すと電圧降下が大きく、出力を取ることができない状態を示している。

【0043】また、点M2は、燃料電池スタック1の起動時にエアコンプレッサ7の駆動に必要な電力を示す動作点であり、この電力のすべてを燃料電池スタック1から供給するとすれば、このときの電圧と電流はそれぞれV2、I2となる。

【0044】本実施の形態においては、DC/DCコンバータ25の昇圧動作時の出力電圧の目標値をV1に設定している。このとき、DC/DCコンバータ25の電力容量が燃料電池スタック1起動時のエアコンプレッサ7の消費電力以上であれば、燃料電池スタック1の電圧を上記目標値V1と同じ値に保つことが可能となる。すなわち、燃料電池スタック1に接続されたダイオード21のアノード側を上記目標値V1と同じ値をもってクランプすることが可能となる。このため、燃料電池スタック1はこの値V1よりも小さい電圧で電流を流すことはない。従って、燃料電池スタック1が起動中で特性Bの状態にあったとしても、燃料電池スタック1の電圧がV1でクランプされているため、電流はI1aだけ流れることになる。また、燃料電池スタック1の起動が完了して特性Aの状態になった場合でも、電流はI1bだけ流れることになり、この値が起動時の燃料電池スタック1から流れる電流の最大値となる。

【0045】なお、DC/DCコンバータ25の昇圧動作時の出力電圧の目標値をV2以下に設定した場合は、

燃料電池スタック 1 から電流が I2 だけ流れることになる一方で、DC/DC コンバータ 25 からは電流が流れず、そのため、燃料電池スタック 1 の状態によっては、十分な電力をエアコンプレッサ 7 に供給できないおそれがある。

【0046】従って、DC/DC コンバータ 25 の昇圧動作時の出力電圧の目標値を、燃料電池スタック 1 の開放電圧の値 V0 からダイオード 21 のオン電圧の値を引いた値よりも小さく、かつ、燃料電池スタック 1 の起動時にエアコンプレッサ 7 の駆動に必要な電力のすべてを燃料電池スタック 1 から供給した場合の平衡時の燃料電池スタック 1 の出力電圧の値 V2 よりもできるだけ大きい値に設定することで、燃料電池スタック 1 の起動時にも燃料電池スタック 1 とエアコンプレッサ 7 及び負荷 31 とを電氣的に接続したままで、燃料電池スタック 1 から流れる電流を低く抑えることが可能となる。

【0047】また、燃料電池スタック 1 の起動完了後にエアコンプレッサ 7 等に供給する電力を二次電池 13 の電力から燃料電池スタック 1 の電力に切り替える際に、リレー等の機械的な切替手段が不要であり、燃料電池スタック 1 と該燃料電池スタック 1 の電力供給先（エアコンプレッサ 7 や負荷 31 等）とがダイオード 21 を介して既に電氣的に接続されている状態であるため、過電流の発生を防止することが可能となる。

【0048】この結果、第 1 の実施の形態に関する効果としては、燃料電池スタック 1 と DC/DC コンバータ 25 とをダイオード 21 を介して接続し、DC/DC コンバータ 25 の昇圧動作時の出力電圧の目標値を、燃料電池スタック 1 の開放電圧の値からダイオード 21 のオン電圧の値を引いた値よりも小さく、かつ、燃料電池スタック 1 の起動に必要な電力をすべて燃料電池スタック 1 から供給した場合の平衡時の燃料電池スタック 1 の出力電圧の値よりも大きい値に設定したことで、燃料電池スタック 1 の起動が完了したか否かを、DC/DC コンバータ 25 を含む単一のサブユニット 19 内の情報のみで判定することが可能となり、従来のようにサブユニット間での情報のやり取りが不要となるので、システムの全体構成を簡単化することができる。同時に、燃料電池スタック 1 と該燃料電池スタック 1 の電力供給先（エアコンプレッサ 7 や負荷 31 等）とがダイオード 21 を介して既に電氣的に接続されており、従来のようにリレー等の機械的な切替手段が不要となるので、燃料電池スタック 1 の起動完了後に電力供給システムを切り替える際に、過電流の発生を防止することができる。

【0049】（第 2 の実施の形態）図 4 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。なお、第 2 の実施の形態は、図 1 に示す第 1 の実施の形態に対応する燃料電池システムと同様の基本的構成を有しており、同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略することとする。

【0050】第 2 の実施の形態の特徴は、図 4 に示すように、燃料電池スタック 1 に電流が流入するのを防止するためのダイオード 21 を電力分配手段 19 a 外の燃料電池スタック 1 近傍に配置するとともに、図 1 に示す電圧計 23 に代えて、電力分配手段 19 a 内に DC/DC コンバータ 25 の出力電流を検出する電流計 35 を設けたことにある。この電流計 35 は、電力分配手段 19 a を制御するための制御装置 27 に接続されており、制御装置 27 にその検出信号（DC/DC コンバータ 25 の出力電流）を送り込む。なお、本実施の形態は、例えば、サブシステムの搭載方法等の都合により、ダイオード 21 を燃料電池スタック 1 の近傍に配置し、そのため、燃料電池スタック 1 の出力電圧を検出する電圧計 23 を電力分配手段 19 a 内に設けることができない場合等に有効である。

【0051】次に、図 5 に示す制御フローチャートに従って燃料電池システムの電力系統切替の制御動作を説明する。なお、図 5 に示す制御フローチャートは、制御装置 27 の内部 ROM に制御プログラムとして記憶されている。本実施の形態では、図 5 に示すように、ステップ S230、ステップ S240 及びステップ S250 を図 2 に示すフローチャートに挿入し、ステップ S130 及びステップ S140 を削除している。すなわち、図 2 に示す第 1 の実施の形態に対応する制御フローチャートにおいて、ステップ S130（燃料電池スタック 1 の出力電圧を読み込むステップ）及びステップ S140（読み込まれた燃料電池スタック 1 の出力電圧を基準値と比較するステップ）に代えて、ステップ S230～ステップ S250 を実行することで、燃料電池スタック 1 の起動が完了しているか否かの判定を、DC/DC コンバータ 25 の出力電流を読み込むことによって可能としている。

【0052】ステップ S100～ステップ S120 は、図 2 に示すフローチャートの各ステップと同様であるので、その説明を省略する。そして、ステップ S230 では、電力分配手段 19 a 内に設けられた電流計 35 からの信号値（DC/DC コンバータ 25 の出力電流）を読み込む。

【0053】そして、ステップ S240 では、燃料電池スタック 1 の起動を開始した時点での DC/DC コンバータ 25 の出力電流の値から、今回ステップ S230 で読み込まれた DC/DC コンバータ 25 の出力電流の値を減算して、出力電流の変化量を算出する。

【0054】そして、ステップ S250 では、算出された DC/DC コンバータ 25 の出力電流の変化量が予め設定された基準値よりも大きいかなかを判断する。これは、DC/DC コンバータ 25 の出力電流が所定のしきい値を下回っているかなかを判断するのと等価である。この判断の結果、DC/DC コンバータ 25 の出力電流の変化量が基準値以下の場合は（S250：NO）は、

燃料電池スタック 1 の起動はまだ完了していないものと判定して、ステップ S 150 に進む。一方、DC/DC コンバータ 25 の出力電流の変化量が基準値よりも大きい場合は (S 250: YES) は、ステップ S 160 に進む。

【0055】これは、本実施の形態の構成によれば、燃料電池スタック 1 の起動状態が進行するに従って DC/DC コンバータ 25 の出力電流が減少することを利用している。すなわち、図 3 を参照して、燃料電池スタック 1 の電流-電圧特性は、起動状態の進行に伴って特性 B から特性 A に向かって変化するため、燃料電池スタック 1 起動時にエアコンプレッサ 7 が消費する電流値 I2 のうち、燃料電池スタック 1 からの電流が、起動状態の進行に伴って、電流値 I1a から電流値 I1b に向かって増加する。その結果、DC/DC コンバータ 25 が分担すべき電流値が減少する。このときの DC/DC コンバータ 25 の出力電流の減少を検出することによって、燃料電池スタック 1 の起動が完了しているか否かを判定することが可能となる。

【0056】ステップ S 150 ～ステップ S 220 は、図 2 に示すフローチャートの各ステップと同様であるので、その説明を省略する。なお、本実施の形態では、ステップ S 160 ～ステップ S 170 は廃止してもよい。

【0057】この結果、第 2 の実施の形態に関する効果は、上述した第 1 の実施の形態に関する効果に加えて、DC/DC コンバータ 25 の出力電流を検出する電流計 35 を電力分配手段 19a 内に設けておき、DC/DC コンバータ 25 の出力電流に基づいて、燃料電池スタック 1 の起動が完了しているか否かの判定を行うことで、例えば、サブシステムの搭載方法等の都合により、ダイオード 21 を燃料電池スタック 1 の近傍に配置し、そのため、燃料電池スタック 1 の出力電圧を検出する電圧計 23 を電力分配手段 19a 内に設けることができない場合等にも対応することができる。

【0058】(第 3 の実施の形態) 図 6 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。なお、第 3 の実施の形態は、図 1 に示す第 1 の実施の形態に対応する燃料電池システムと同様の基本的構成を有しており、同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略することとする。

【0059】第 3 の実施の形態の特徴は、図 6 に示すように、図 1 に示す電力分配手段 19 内に DC/DC コンバータ 25 の出力電流を検出する電流計 35 を設けたことにある。すなわち、本実施の形態では、電力分配手段 19b 内にダイオード 21、電圧計 23 及び電流計 35 が設けられている。つまりは、本実施の形態は、第 1 の実施の形態における燃料電池スタック 1 の出力電圧による起動完了判定と、第 2 の実施の形態における DC/DC コンバータ 25 の出力電流の減少による起動完了判定とを同時に行うようにしたものである。

【0060】なお、燃料電池システムの電力系統切替えの制御動作は、図 2 及び図 5 に示す制御フローチャートの各ステップを適宜組み合わせ得られるフローチャートに従って説明することができるが、その各ステップの内容は第 1 及び第 2 の実施の形態において説明した内容と同様であるので、その説明を省略する。

【0061】この結果、第 3 の実施の形態に関する効果は、上述した第 1 の実施の形態に関する効果に加えて、燃料電池スタック 1 の出力電圧による起動完了判定と、DC/DC コンバータ 25 の出力電流の減少による起動完了判定とを同時に行うことで、これら両方の条件を同時に満たした場合に燃料電池スタック 1 の起動が完了したものと判定され、燃料電池スタック 1 の起動完了の判定精度の向上を図ることができる。

【0062】なお、以上の各実施の形態の説明では、燃料電池スタック 1 起動時の消費電力として、エアコンプレッサ 7 の消費電力を例にとって説明したが、これ以外に高電圧で駆動されるサブシステムが設けられている場合には、これらサブシステムの消費電力も考慮する必要があることは当然である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。

【図 2】第 1 の実施の形態の燃料電池システムの電力系統切替えの制御動作を説明するための制御フローチャートである。

【図 3】燃料電池スタックの電流-電圧特性の一例を示す図である。

【図 4】本発明の第 2 の実施の形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。

【図 5】第 2 の実施の形態の燃料電池システムの電力系統切替えの制御動作を説明するための制御フローチャートである。

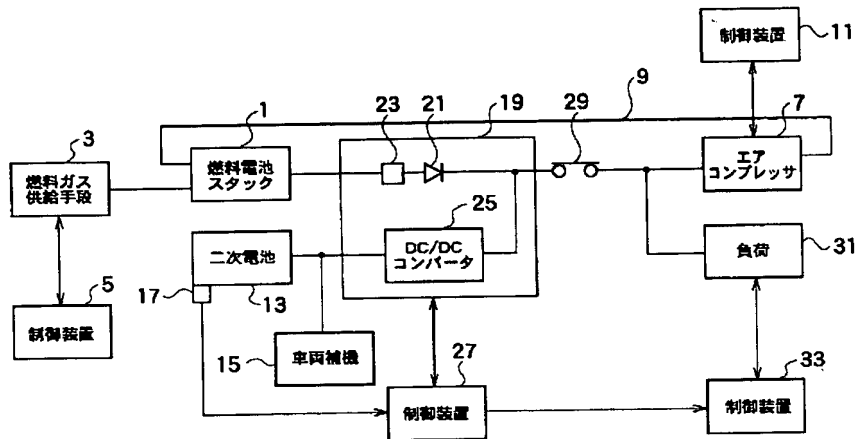
【図 6】本発明の第 3 の実施の形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。

【図 7】従来の燃料電池システムの一例の構成を示す図である。

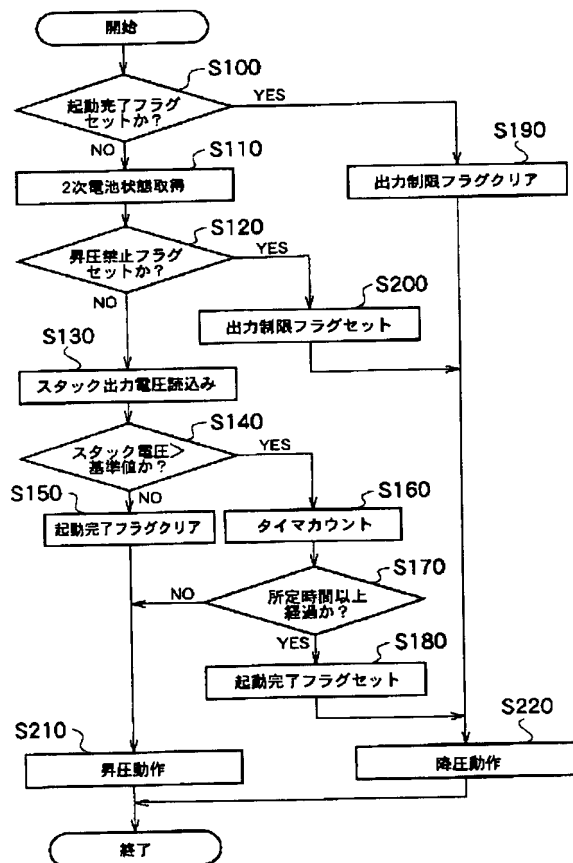
【符号の説明】

- 1 燃料電池スタック
- 3 燃料ガス供給手段
- 7 エアコンプレッサ
- 13 二次電池
- 17 バッテリセンサ
- 19, 19a, 19b 電力分配手段
- 21 ダイオード
- 23 電圧計
- 25 DC/DC コンバータ
- 27 制御装置
- 35 電流計

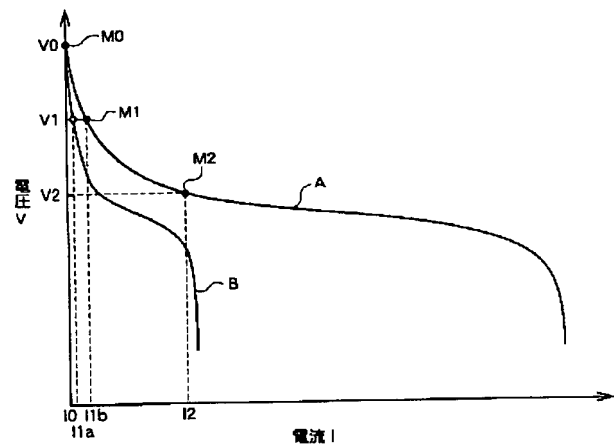
【図 1】



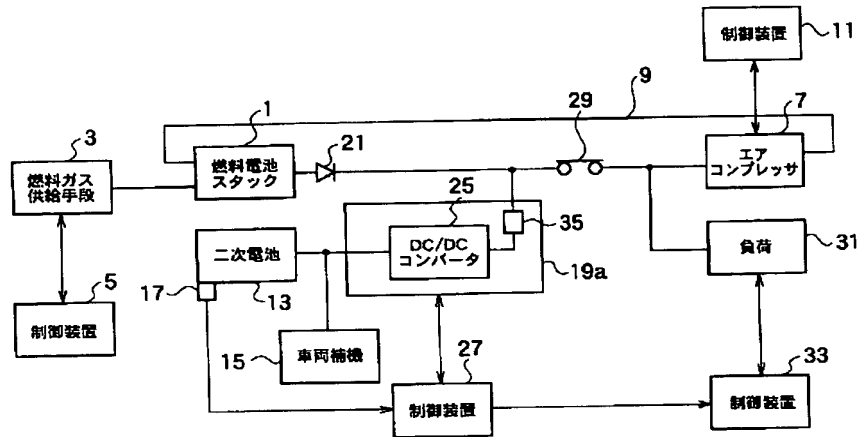
【図 2】



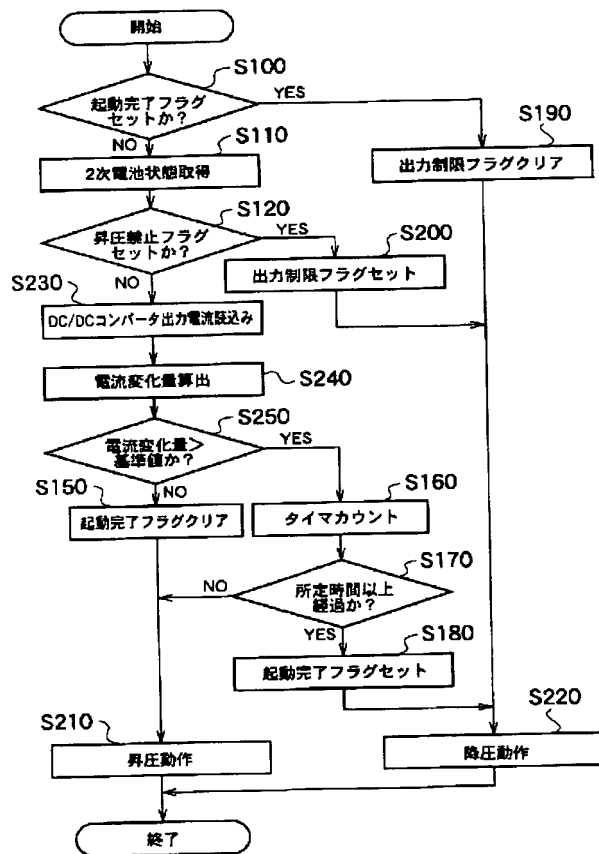
【図 3】



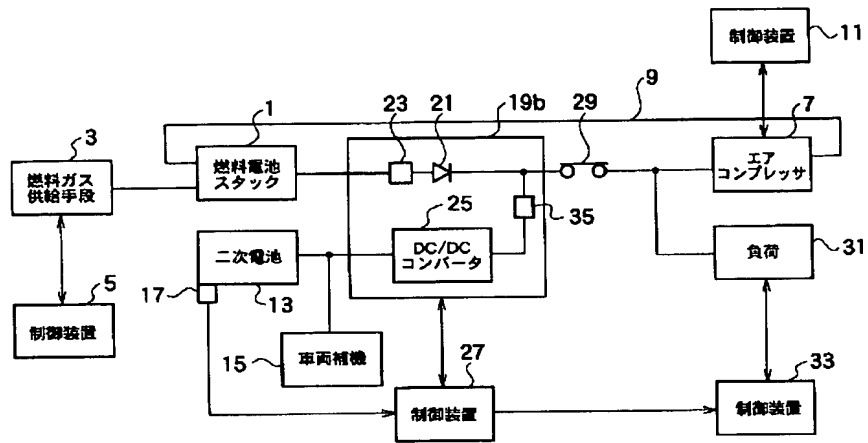
【図 4】



【図 5】



【図6】



【図7】

